COLUMBIA LIBRARIES OFFSITE
HEALTH SCIENCES STANDARD
HX64135373
QP111 .Ei2 Die trophischen bezi

Die trophischen Beziehungen

RECAP

der

NERVI VAGI

zum

Herzmuskel.

Von

Dr. med. **Hermann Eichhorst,**
ausserordentl. Professor der Medicin an der Universität Göttingen.

Mit 1 Tafel Abbildungen.

COLUMBIA UNIVERSITY
DEPARTMENT OF PHYSIOLOGY
COLLEGE OF PHYSICIANS AND SURGEONS
437 WEST FIFTY-NINTH STREET
NEW YORK

Berlin, 1879.
Verlag von August Hirschwald.
NW. Unter den Linden 68.

COLUMBIA UNIVERSITY
DEPARTMENT OF PHYSIOLOGY
THE JOHN G. CURTIS LIBRARY

Digitized by the Internet Archive
in 2010 with funding from
Open Knowledge Commons (for the Medical Heritage Library project)

http://www.archive.org/details/dietrophischenbe00eich

Die trophischen Beziehungen

der

NERVI VAGI

zum

Herzmuskel.

Von

Dr. med. **Hermann Eichhorst,**
ausserordentl. Professor der Medicin an der Universität Göttingen.

Mit 1 Tafel Abbildungen.

Berlin, 1879.
Verlag von August Hirschwald.
NW. Unter den Linden 68.

From Curtis collection
QP111
Ei 2

MAY 9 1945

Den

Direktoren des Königlichen Charité-Krankenhauses
in Berlin,

dem Herrn

Generalarzt à la suite Dr. Mehlhausen

und dem Herrn

Geheimen Regierungsrath Spinola

widmet diese Blätter in dankbarer Erinnerung und Verehrung

der Verfasser.

Sehr hochgeehrte Herren!

Gestatten Sie gütigst, dass ich Ihnen diese Zeilen als geringes Zeichen meiner dauernden Dankbarkeit widmen darf. Da Sie mich in der Musteranstalt, welche Ihrer vortrefflichen Leitung übergeben ist, in meinen rein ärztlichen und in meinen wissenschaftlichen Bestrebungen haben aufwachsen gesehen, so werden Sie mir vielleicht auch heute Ihr Interesse nicht versagen wollen, obwohl ich Ihre Anstalt schon seit längerer Zeit verlassen habe, um Nachrückenden Platz zu machen. Freuen würde es mich, wenn diese Zeilen nach Aussen hin Zeugniss davon geben sollten, dass die Aerzte, die Ihnen unterstellt gewesen sind, auch in der Ferne Ihre hohen Verdienste um die Anstalt zu schätzen und zu würdigen wissen, welche ihnen einst so reiche Gelegenheit zum Lernen gegeben hat.

Göttingen, am 11. August 1878.

In vorzüglichster Hochachtung

der Verfasser.

Inhaltsverzeichniss.

Seite

I. Einleitung 1

II. Ueber den Einfluss der doppeltseitigen Vagusdurchschneidung bei Vögeln 5

a. Folgen der doppeltseitigen Vagusdurchschneidung bei Vögeln während des Lebens 7

b. Die anatomischen Veränderungen in Folge der Vagusdurchschneidung bei Vögeln 15

III. Ueber den Einfluss der doppeltseitigen Vagusdurchschneidung bei Säugethieren, im Speziellen bei Kaninchen und Hunden . 26

VI. Schluss 37

Erklärung der Abbildungen 39

I.

Einleitung.

Wenn man bei Säugethieren die Nervi vagi in ihrem Halstheil beiderseits durchschneidet, so führt diese Operation, wie man seit langer Zeit weiss, fast ausnahmslos den Tod herbei. Zwar ist die Zeit, welche zwischen der Operation und dem Eintritt des Todes liegen kann, bei den verschiedenen Thierarten eine sehr variable, aber überhaupt vermeiden lässt sich der letztere für gewöhnlich nicht.

Ebenso allgemein bekannt ist es, dass wie die Symptome der doppeltseitigen Vagusdurchschneidung während des Lebens, namentlich in Bezug auf Athmung und Herzbewegung bei allen Säugethieren eine unverkennbare Uebereinstimmung zeigen, dass ebenso nach dem Tode ein meist konstanter Sectionsbefund angetroffen wird.

Das Studium des letzteren ist seit den umfangreichen Untersuchungen Traube's [1] wiederholendlich aufgenommen worden, wobei man sich vornehmlich auf ein Thier, auf das Kaninchen beschränkt hat. Kaninchen vertragen die Vagusdurchschneidung sehr schlecht und gehen nach den bisherigen Angaben fast regelmässig durch entzündliche Veränderungen in den Lungen zu Grunde.

[1] Vergl. L. Traube, Gesammelte Beiträge zur Pathologie und Physiologie. Bd. I. Berlin 1871. p. 1—134.

Ueber die Natur der letzteren ist bis auf den heutigen Tag vielfach gestritten worden. Vielleicht kann man die beiden entgegenstehenden Ansichten kurz dahin bezeichnen, dass man die eine die mechanische und die andere die nervöse nennt. Während Traube sich bemüht hat, den Nachweis zu liefern, dass man es bei diesen Entzündungen mit einer Fremdkörperpneumonie zu thun habe, bedingt dadurch, dass Speichel und Speisereste durch den der Motilität und Sensibilität beraubten Kehlkopf zu den Bronchien und feinen Luftwegen Zugang finden, haben Andere die Meinung vertreten, als ob man es in der Vaguspneumonie mit einer direkten Folge der Lähmung ganz bestimmter Nervenfasern zu thun habe.

Aus den Arbeiten, welche die letzten Jahre gebracht haben, geht unzweifelhaft hervor, dass sich die Mehrzahl der Autoren zur Traube'schen Anschauung hinneigt. Friedländer[2], Dreschfeld[3] und neuerdings noch Frey[4], sie alle sehen die Vaguspneumonie für eine Fremdkörperpneumonie an. Wenn sich Genzmer[5] unter der Leitung von v. Wittich zur entgegengesetzten Ansicht bekannt hat, so steht er ziemlich einsam da.

Bei diesem Stande der Dinge ist es gewiss gerechtfertigt sich danach umzuschauen, ob es noch andere Erscheinungen giebt, welche dafür sprechen, dass die Vagi bestimmte Nervenfasern führen, die ausschliesslich der normalen Ernährung von Geweben und Organen vorzustehen haben. Zu der Einsicht,

---

[2] C. Friedländer, Untersuchungen über Lungenentzündung nebst Bemerkungen über das normale Lungenepithel. Berlin 1872. — Idem, Experimentaluntersuchungen über chronische Pneumonie und Lungenschwindsucht. Virchow's Archiv Bd. 68. 1876. p. 325—363.

[3] J. Dreschfeld, Experimental researches on the pathology of pneumonia. Lancet 1876. Jan. 8.

[4] O. Frey, Die pathologischen Lungenveränderungen nach Lähmung des N. vagi. Leipzig 1876.

[5] A. Genzmer, Gründe für die pathologischen Veränderungen der Lungen nach doppeltseitiger Vagusdurchschneidung. Pflüger's Arch. Band VIII. 1873. p. 101—121.

dass solche Nervenfasern in den Vagusstämmen verlaufen müssen, die für's Erste ohne weiteren Beweis als trophische Nervenfasern bezeichnet werden mögen, gelangt man leicht, wenn man die Aufmerksamkeit von der Vaguspneumonie ablenkt und sie jenen Veränderungen zuwendet, die nach meinen Erfahrungen der Herzmuskel nach der doppeltseitigen Vagusdurchschneidung bei Vögeln und unter gewissen Kautelen auch bei Säugethieren, im Speziellen bei Kaninchen und Hunden regelmässig einzugehen pflegt.

Jedem Unbefangenen muss es sofort auffallen, dass gegenüber dem emsigen Studium der Veränderungen, welche die Lungen nach doppeltseitiger Vagusdurchschneidung darzubieten pflegen, das Herz in einer sehr stiefmütterlichen Weise behandelt worden ist. Eine Entschuldigung hierfür kann nur darin gefunden werden, dass der Herzmuskel, wenn auch nicht regelmässig, so doch öfters für das unbewaffnete Auge ganz und gar unverändert erscheint, während das Mikroskop an ihm die auffälligsten Veränderungen mit Leichtigkeit erkennen lässt.

Ich meine, man hätte sich darüber wundern müssen, dass die doppeltseitige Vagusdurchschneidung unter allen Umständen auf den Herzmuskel ganz einflusslos hätte ausfallen sollen. Wenn man die Beeinträchtigung der Herzbewegung in's Auge fasst, welche die Operation nach sich zieht, so erscheint schon a priori die jedesmalige Integrität des Herzmuskels als kaum wahrscheinlich.

Um das Resultat, welches die nachfolgenden Untersuchungen nach meiner Ueberzeugung in sich bergen, an die Spitze zu stellen, so soll bewiesen werden, dass der Vagus ganz bestimmte Nervenfasern führt, welche ausschliesslich der Ernährung des Herzmuskels vorzustehen haben, und dass der Tod bei Vögeln und unter bestimmten Bedingungen auch bei Säugethieren, im Speziellen bei Kaninchen und Hunden nicht durch die sogenannte Vaguspneumonie, sondern durch Herzparalysis eintritt, welche durch die tiefe Ernährungsstörung des Herzmuskels in Folge der Vagusdurchtrennung ausnahmslos bedingt wird.

Ich habe nicht die Absicht, den Leser durch das immerhin einförmige Labyrinth der Einzelversuche hindurchzuführen, aber dennoch ist es vielleicht für ihn nicht ohne jedes Interesse, wenn er mit mir den Gedankengang der ganzen Untersuchungsreihe mitmacht, und somit sei zuerst besprochen der Einfluss der doppeltseitigen Vagusdurchschneidung bei Vögeln.

II.

Ueber den Einfluss der doppeltseitigen Vagusdurchschneidung bei Vögeln.

Ueber experimentelle Untersuchungen, welche sich den Vagus der Vögel aus irgend einem Grunde zum Vorwurf ausgewählt haben, verfügt man in einer auffällig geringen Zahl. Zwar hatte bereits Eduard Weber[6], der Entdecker von dem hemmenden Einfluss des Vagus auf die Herzbewegung, beobachtet, dass sich dieser Einfluss auch an dem Herzen der Vögel demonstriren lässt. Aber schon Rudolf Wagner[7] behauptete, dass man die Verlangsamung der Herzbewegung bei Vögeln nur sehr unvollkommen und einen Stillstand fast nie erreichen kann, und Cl. Bernard[8] ging in seinen Angaben sogar so weit, dass durch elektrische Reizung der Vagi bei Vögeln ein Stillstand des Herzens niemals zu erzielen ist.

Der Erste, welcher diese Ansicht als irrthümlich zurück-

[6] Ed. Weber. Wagner's Handwörterbuch der Physiologie. Band III. 1846. p. 46. Artikel „Muskelbewegung".

[7] A. Wagner. Göttinger gelehrte Anzeigen. 1853. — Idem, Experimente über die Innervation des Herzens. Nachrichten von der G. A. Universität und der Königl. Gesellsch. der Wissensch. zu Göttingen. No. 8. 10. April 1854. p. 127.

[8] Cl. Bernard, Leçons sur la physiolgie et la pathologie du système nerveux. Paris 1858. T. II. p. 394.

gewiesen hat, war Einbrodt[9]. In einer Arbeit, welche unter dem Einflusse und in dem Laboratorium von Du Bois-Reymond entstanden ist, wies er in exaktester Weise nach, „dass im Verhalten der Nervi vagi zur Herzthätigkeit zwischen Säugethieren und Vögeln kein prinzipieller Unterschied besteht; dieselben Gesetze, die in dieser Beziehung für die Säugethiere dargethan sind, haben auch für die Vögel vollkommen Geltung, und alle Abweichungen, die theils konstant, theils zuweilen zur Beobachtung kommen, lassen sich recht gut auf graduelle Unterschiede zurückführen und finden namentlich in der so leichten Erschöpfbarkeit der Nerven bei Vögeln ihre vollständige Erklärung."

Es haben sich gegen diese Sätze meines Wissens niemals Zweifel erhoben, und wenn sie überhaupt einer Bestätigung bedürften, so kann ich sie nach meinen Erfahrungen als vollkommen richtig bekräftigen.

So sicher Einbrodt den richtigen Weg getroffen hat, soweit es sich um den Einfluss der Vagusreizung auf die Bewegung des Herzmuskels handelt, so sicher ist er darin fehlgegangen, was die späteren Folgen der doppeltseitigen Vagusdurchschneidung bei Vögeln anbetrifft.

Wenn er diese Operation bei Vögeln ausgeführt hatte, so sah er die Thiere regelmässig und spätestens am fünften Tage zu Grunde gehen. Ausser der behinderten Athmung fiel ihm dabei auf, dass das Schlucken erschwert und die Verdauung gestört waren. „Der Tod," giebt er an (p. 458), „scheint eine Folge der gestörten Verdauung und Ernährung zu sein und erfolgt unter den Zeichen steigender Inanition."

Bei aufmerksamem Durchlesen der Schilderung, welche Einbrodt giebt, wird man nicht umhin können, gegen sein Resultat misstrauisch zu werden, denn erst kurz vorher berichtet er, dass sich seine Versuchsthiere unter „ziemlich ungünstigen Verhältnissen der Verpflegung" befunden hätten, und man muss demnach im Zweifel bleiben, ob die behauptete Inanition in

[9] Einbrodt. Ueber den Einfluss des N. vagi auf die Herzbewegung bei Vögeln. Müller's Archiv. 1859. p. 439—459.

Wirklichkeit eine direkte Folge der Vagusdurchschneidung gewesen ist.

Ich kann versichern, dass bei einer zweckmässigen Pflege eine solche tödtliche Inanition nach doppeltseitiger Vagusdurchschneidung bei Vögeln nicht eintritt, und muss hinzufügen, dass sich Einbrodt hierin und in manchen anderen Punkten geirrt hat, die er als Folgen der Vagusdurchschneidung beschrieben hat. Worin aber diese Folgen zunächst während des Lebens bestehen, soll der Leser sogleich erfahren.

a. Folgen der doppeltseitigen Vagusdurchschneidung bei Vögeln während des Lebens.

Als Versuchsthiere zu den Experimenten, über deren Resultat im Folgenden berichtet werden soll, dienten Tauben, Raben, junge Dohlen und in einem Falle ein Bussard von auffälliger Grösse und sehr kräftigem Körperbau. Bei allen Thieren standen die beobachteten Erscheinungen in völliger Uebereinstimmung, so dass der Ausfall des Versuches von der Art der Vögel nicht abzuhängen scheint.

Hervorheben will ich noch, dass ich mich mit der einfachen Durchschneidung der Vagi nicht begnügte, sondern regelmässig Stücke von 2—3 Ctm. Länge aus den Nerven excidirte. Die Excision erfolgte bald in unmittelbarer Nähe des Kopfes, bald in der Mitte des Halses, ohne dass das jedesmalige Verfahren auf das Endergebniss von Einfluss war.

Wird bei den erwähnten Vogelarten die doppeltseitige Durchschneidung der Vagi ausgeführt, so sieht man sie die Thiere sofort mit den Zeichen der hochgradig erschwerten Athmung und beschleunigten Herzaktion beantworten. Die Thiere strecken bei jedesmaligem Athemzug den Kopf und Hals präinspiratorisch nach vorne vor, machen ihren Schnabel weit auf und ziehen bei leichter Hervorstreckung und Hebung der Zunge den Luftstrom

in langsamer und tiefer Inspiration ein. Die Exspiration nimmt dem gegenüber nur einen kurzen Zeitraum in Anspruch. Sie erfolgt fast stossweise und wird sehr oft von einem ächzenden und weit hörbaren Stridor begleitet. Nur selten habe ich gesehen, dass im Gegensatz dazu die Inspiration unter einem vernehmbaren Stridor vor sich geht. Bei dem oben erwähnten Bussard trat statt des Stridors ein lautes, klägliches exspiratorisches Pfeifen ein.

Die Tiefe und Langsamkeit der Einathmung bringt es mit sich, dass die Zahl der Athemzüge ganz auffällig verlangsamt wird. Ich habe die Zahl der Athemzüge von 40—60 in der Minute auf 20, 10, ja mehrmals bis auf 5 Athemzüge herabsinken gesehen. Hat man es nicht unterlassen, die Mundschleimhaut in's Auge zu fassen, so bemerkt man sehr bald, wie dieselbe für's Erste eine deutlich cyanotische Verfärbung annimmt.

Zu gleicher Zeit mit den Veränderungen am Respirationsapparat haben sich sehr wichtige Abweichungen in der Herzbewegung ausgebildet. Die Zahl der Herzschläge, welche bei den genannten Vogelarten im Mittel 150 Schläge in der Minute beträgt, hat sich zu einer excessiven Höhe erhoben. In der Regel folgten sie sich so schnell und überstürzt auf einander, dass ein Zählen derselben absolut unmöglich war. Die geringste Zahl, welche ich (bei einer Taube) beobachtet habe, betrug eine Erhebung von 150 auf 250 Schläge, also noch immerhin eine Steigerung um $^2/_3$. Jedem, welcher mit den Erscheinungen der Auskultation vertraut ist, wird es dabei auffallen müssen, dass sich die Klangfarbe der Herztöne nach der Vagusdurchtrennung deutlich ändert. Denn während sie vordem als helle, laute, scharf abgesetzte Doppelttöne vernommen wurden, nehmen sie nach der Operation ein dumpfes, etwas verschwommenes Timbre an.

Gegenüber den beiden soeben besprochenen Erscheinungsgruppen treten alle übrigen Symptome nach jeder Richtung hin in den Hintergrund. Es kommt noch hinzu, dass dieselben durchaus nicht konstant sind. So habe ich zwar wiederholentlich aber nicht regelmässig beobachtet, dass die Vögel entweder

nach Durchschneidung beider Vagi oder bereits dann, wenn der eine Vagus durchtrennt war und der intakte zweite Nerv vorsichtig mit der Pinzette berührt wurde, auffällig häufige und lebhafte Schluckbewegungen machten, wobei eine mechanische Reizung des Kropfes und der Speiseröhre sorgfältig vermieden worden war. In einigen Fällen hielten diese Schluckbewegungen bis fast zu einer Stunde an und folgten sich so schnell auf einander, dass in einer Minute bis 10 und 15 derselben gezählt werden konnten.

Bei anderen Thieren fiel unmittelbar nach der Operation das überaus reichliche Auftreten von Mundflüssigkeit auf. Während die Vögel die geschilderten Erscheinungen der erschwerten Athmung darboten, floss ihnen tropfenweise eine klare und leicht zähe Flüssigkeit aus dem Schnabel ab. Es liegt nahe, dieses Zeichen mit der Schluckbewegung im Zusammenhang zu bringen, und ich selbst würde daran keinen Anstoss genommen haben, wenn ich mich nicht hätte davon überzeugen können, dass beide Dinge unabhängig von einander und isolirt bestehen können. Uebrigens sind beide nur von kurzer Dauer und ziehen sich in der Regel über eine Stunde nach der Operation kaum hinaus. Nur der Bussard machte eine scheinbare Ausnahme, denn hier hielt der profuse Speichelfluss bis zum Tode an, der erst am Ende des dritten Tages nach der Operation eintrat. Die Salivation war in diesem Falle so hochgradig, dass das Thier in weitem Umkreise um sich herum den Boden seines Käfigs mit einer dicken Schicht schaumigen und zähen, klaren Speichels bedeckt hatte. Aber diese Ausnahme war eben nur eine scheinbare, denn die Sektion des Thieres ergab, dass der Magen mit verfilzten und zusammengeballten Haaren vollgefüllt war, dass auch das untere Dritttheil der Speiseröhre dieselben Massen enthielt, und somit hatte der Speichel keinen Abfluss zum Magen gefunden.

Wenn Einbrodt gemeint hat, dass die doppeltseitige Vagusdurchschneidung bei Vögeln unter allen Umständen erhebliche Störungen der Ernährung und Verdauung nach sich zieht, so kann ich dem nach meinen Beobachtungen in keiner Weise beipflichten. Wenn die Thiere den unmittelbaren Eindruck und

Einfluss der Operation überwunden hatten, d. h. am Ende des ersten, spätestens am zweiten Tage, so nahmen sie die Nahrung nicht nur reichlich und selbstständig zu sich und schluckten dieselbe in durchaus normaler Weise hinunter, sondern es fanden sich auch nach dem Tode im Kropfe, in der Speiseröhre und im Magen ganz regelmässig reichliche und frisch veränderte Massen vor, und zudem enthielt der Darm in allen seinen Strecken einen so ergiebigen Inhalt, dass man dessen Herkunft in vielen Fällen nur sehr erzwungen auf die Zeit vor der Operation hätte zurückführen können. Ich bin mir sehr wohl bewusst, in diesen Angaben Dinge zu berichten, welche von allbekannten Erfahrungen am Säugethierkörper abweichen, muss aber trotzdem meinen Beobachtungen gerecht bleiben.

Es ist vielleicht nicht ohne jegliches Interesse, ausdrücklich darauf hinzuweisen, dass sich alle bisher beschriebenen Erscheinungen häufig, aber nicht regelmässig dadurch hervorrufen lassen, dass man die Vagusdurchschneidung nur einseitig ausführt, wobei die Betheiligung des rechten Vagus von einem ganz besonders auffälligen und ernsten Einfluss ist. Ja, ich habe wiederholentlich Versuche derart ausgeführt, dass ich nur den rechten Vagus durchschnitt, danach während des Lebens alle Symptome der doppeltseitigen Durchtrennung in höchstem Masse ausgeprägt beobachtete, den Tod in dem gewöhnlichen Zeitraum eintreten sah und an der Leiche alle jene Veränderungen und genau in demselben Grade auffand, wie wenn die doppeltseitige Vagusdurchschneidung ausgeführt worden wäre. Freilich kommt es hierbei auf die Individualität an und konstant fällt der beschriebene Erfolg nicht unter allen Umständen aus. Die individuelle Prädisposition geht so weit, dass man bei manchen Thieren selbst bei beiderseits intakten Vagis erschwerte Athmung, beschleunigte Herzaktion und Schluckbewegungen eintreten sieht, sobald man einen Vagus (namentlich oft den rechten) mit der Pinzette ganz leise berührt oder ihn mit einem untergeschobenen Instrument vorsichtig emporhebt.

In anderen Fällen zeigt der rechte Vagus zwar keinen ausschliesslichen, aber doch immerhin überwiegenden Einfluss auf die Athem- und Herzbewegung. So operirte ich an einer

älteren, kräftigen Taube, welche vor der Operation 148 Herzschläge in der Minute hatte. Nach Durchschneidung des rechten Vagus stieg die Zahl auf 318, und als dann der linke Nerv durchschnitten wurde, nahm sie nur um 42 Schläge (360) zu. Die Frequenz der Athemzüge sank dabei von von 40 auf 12 herab und blieb nach Durchschneidung des linken Vagus dieselbe.

Die Prävalenz des rechten Vagus gegenüber der Herzbewegung ist nicht neu, soweit sie Säugethiere anbetrifft. Arloing und Tripier[10] haben wiederholentlich auf dieselbe hingewiesen und nach einer Notiz von Aleyne Adams[11] ist dieselbe schon vordem Massin bekannt gewesen.

Weiterhin hat A. B. Meyer[12] in einer Arbeit, welche unter der Leitung Rosenthal's entstanden ist, dargethan, dass der linke Vagus bei Emys lutaria keine Hemmungsfasern für das Herz zu führen scheint. Dabei will ich es nicht unterlassen hervorzuheben, dass ich wiederholentlich bei Vögeln gesehen habe, dass bei Reizung des peripheren Schnittendes des rechten Vagus mit dem faradischen Strom Verlangsamung der Herzbewegung, ja sogar Herzstillstand eintrat, obschon der linke Vagusstamm intakt und oft noch nicht einmal blossgelegt worden war. In anderen Fällen trat eine Verlangsamung der Herzbewegung und Herzstillstand nur bei Reizung des rechten peripheren Vagusendes ein, während die Reizung auf der linken Seite ohne den geringsten Einfluss war, obschon ich mir eines Fehlers bei der Präparation der Nerven nicht bewusst wurde. Aber freilich verschweigen kann ich es nicht, dass zuweilen — wenn auch viel seltener — das umgekehrte Verhalten gesehen wurde.

---

[10] Arloing und Tripier, Contribution à la physiologie des nerfs vagues. Archive de phys. normale et path. No. 4. 1872. — L. Tripier, La différence d'action des deux nerfs pneumogastriques. Gaz. des hôpitaux. No. 145. p. 1175. 1876.

[11] Aleyne Adams, Notes on the pneumogastric. The Bost. med. and surgic. Journ. No. 5. July 1873.

[12] A. B. Meyer, Das Hemmungsnervensystem des Herzens. Berlin 1869. p. 61—65. Versuch I—VIII.

Es ist früher erwähnt worden, dass die Schluckbewegungen und Salivation, welche mitunter nach der Vagusdurchschneidung bei Vögeln beobachtet werden, nur vorübergehender Natur sind. Aber dasselbe gilt auch von jenen beiden Erscheinungen, welche man ganz ohne Ausnahme bei allen Vögeln auf die Vagusdurchschneidung auftreten sieht: von der verlangsamten und erschwerten Athmung und von der Beschleunigung der Herzbewegung. Häufig sind diese beiden Symptomengruppen bereits in der zweiten Hälfte des ersten Tages geschwunden, und jedenfalls gehört es zu den Ausnahmen, wenn sich dieselben bis über den zweiten Tag hinziehen.

Eine solche Ausnahme machte der Bussard, von dem schon wiederholentlich die Rede gewesen ist. Das prächtige Thier athmete vor der Operation 60 Male in der Minute und hatte während derselben Zeit eine Herzfrequenz von 200 Schlägen. Nach Durchschneidung des rechten Vagus erhob sich die Zahl der Herzkontraktionen auf 240, während die Athemzüge die ehemalige Zahl beibehielten. Als nun auch der linke Vagus durchschnitten wurde, gerieth das Thier in die hochgradigste Athemnoth und dabei folgten sich die einzelnen Athemzüge so langsam, dass ich binnen einer Minute nicht mehr als 5 derselben zählen konnte. Zu gleicher Zeit war die Herzbewegung ausserordentlich beschleunigt geworden und bis auf 420 Schläge in einer Minute hinaufgegangen. Auch am nächsten Tage athmete das Thier mit präinspiratorisch vorgestrecktem Kopf und weit geöffnetem Schnabel. Die Zahl der Athemzüge wurde auf 20 und die der Herzkontraktionen auf 300 pro Minute bestimmt. Im Laufe des dritten Tages erlag das Thier. Wenige Stunden vor dem Tode hatte man 24 tiefe, stridoröse Athemzüge und noch immer 260 Herzschläge gezählt.

Bei den meisten Vögeln sind jedenfalls im Laufe des zweiten Tages Herzaktion und Athemfrequenz normal geworden, und nur bei besonders ängstlichen Thieren und namentlich bei solchen, bei denen unmittelbar nach der Operation die in Rede stehenden Erscheinungen besonders hochgradig ausgesprochen waren, tritt eine verlangsamte, erschwerte Athmung mit geöff-

netem Schnabel ein, wenn man sie auf irgend eine Weise erschreckt.

Aber auch unter den günstigsten Umständen machen die Thiere schon am zweiten Tage einen vollkommen gesunden Eindruck in der Regel nicht. Ihr Blick ist meist trübe, ihr Gefieder wenig glänzend und aufgesträubt, und theilnahmlos sitzen sie gewöhnlich in einer Ecke ihres Käfigs da. Das wiederkehrende Wohlbefinden erkennt man — bei Tauben wenigstens — oft daran, dass die Thiere den Boden ihres Behälters verlassen und ihren Sitz dauernd auf den Stangen des Bauers aufschlagen. Zu gleicher Zeit gewinnt das Auge die frühere Lebendigkeit wieder. Die Thiere werden lebhaft und nehmen in reichlicher und ordentlicher Weise ihre Nahrung zu sich, die sie wie sonst gehörig verdauen. Haben die Thiere den zweiten Tag überwunden, so würde man sie, falls man von den Halswunden absieht, für vollkommen gesund halten können. Nur ein Zeichen wird dem aufmerksamen Beobachter nicht entgehen, die häufige Umwandlung des systolischen Herztones in ein kurzes, dumpfes Geräusch, dass um so deutlicher zu werden pflegt, je grösser der Zeitraum seit der Operation geworden ist.

Um so überraschender muss es sein, wenn man die Thiere trotz Alledem eines Tages im Käfig todt wiederfindet. Nur ausnahmsweise kündigt sich das Herannahen des Todes durch besondere Zeichen an. In diesem Falle stellen sich von Neuem wenige Stunden vorher die sichtbaren Symptome der behinderten Athmung ein. Die Thiere sperren den Schnabel auf und respiriren mit geöffnetem Schnabel. Aber nicht nur, dass dann die Athmung nicht verlangsamt ist, sie erfolgt vielmehr sehr schnell, viel schneller als normal und zugleich in einer auffällig oberflächlichen Weise.

Gewöhnlich tritt jedoch der Tod ganz unerwartet ein, und ich habe es wiederholentlich gesehen, dass die Thiere, die man für vollkommen gesund hätte halten können, plötzlich vor den Augen niederfielen und entseelt dalagen.

Wenn man die Vereinigung der Schnittenden, vornehmlich durch Excision von Nervenstücken verhindert, so überstehen die Vögel die doppeltseitige Vagusdurchschneidung niemals und der

Tod lässt sich nach meinen Erfahrungen in keiner Weise vermeiden. Allein die Lebensdauer nach der Operation schwankt innerhalb sehr beträchtlicher Breiten, und wenn irgendwo, so spielt gerade hier die Individualität eine mächtige Rolle. Man erstaunt oft darüber, wie lange Zeit Thiere, bei denen die Operation nicht ganz glatt abgelaufen war, dennoch dieselbe überleben, und in wie kurzer Zeit der tödtliche Ausgang bei solchen eintritt, bei denen die Durchtrennung leicht und in der schonendsten Weise gelang.

Nur ein einziges Mal habe ich es bei einem Raben gesehen, der sich schon während der Operation als besonders empfindlich gezeigt hatte, dass der Tod bereits am Ende der ersten Stunde eintrat. Das Herz war in diesem Falle in so lebhafte Kontraktionen gerathen, dass sich dieselben wie ein tetanisch kontrahirter Muskel anhörten. Der Herzmuskel war bei der Sektion von zahlreichen frischen Blutungen durchsetzt, deren Grösse zum Theil den Umfang eines Stecknadelkopfes erreichte und die namentlich am linken Ventrikel auf der äusseren und inneren Oberfläche und auf Durchschnitten zum Vorschein kamen.

Ebenso habe ich nur eine junge Dohle innerhalb der ersten 24 Stunden zu Grunde gehen gesehen, häufiger schon trat der Tod am Ende des zweiten Tages ein. Im Allgemeinen kann man es als Regel festhalten, dass die Thiere am Ende der ersten Woche sterben, und gerade das Thier, welches ich zu allererst operirte, eine Taube, erlebte das Ende des siebenten Tages. Von dieser Regel habe ich bis jetzt nur eine einzige Ausnahme gesehen, gleichfalls eine alte Taube betreffend. Ich habe dieses Thier am 3. Juli 1878 operirt, und trotzdem die besprochenen Erscheinungen der Vagusdurchschneidung in ausgeprägtester Weise vorhanden waren, totzdem man bei faradischer Reizung der Vagi vollkommenen Herzstillstand erzielen konnte, hat es die Operation bis auf den heutigen Tag glücklich überwunden. An ein Zusammenheilen der Schnittwunde wird man um so weniger glauben wollen, als beiderseits Stücke von 3 Ctm. Länge aus den Nerven herausgeschnitten wurden. Trotz dieser unter vielen

Versuchen einzig dastehenden Ausnahme muss man an dem Satze festhalten, dass die doppeltseitige Vagusdurchschneidung bei Vögeln unvermeidlich den Tod nach sich zieht.

b. Die anatomischen Veränderungen in Folge der Vagusdurchschneidung bei Vögeln.

Würde man den Versuch wagen wollen, die anatomischen Veränderungen, welche die doppeltseitige Vagusdurchschneidung regelmässig bei Vögeln bedingt, unter allen Umständen mit dem unbewaffneten Auge erkennen zu wollen, so würde man auch unter der Voraussetzung, dass dieses Auge auf das Erkennen anatomischer Veränderungen sehr eingeübt ist, oft in den den grössten Irrthum verfallen. Es ist sehr natürlich, dass man in Erinnerung an die Verhältnisse bei Kaninchen und Hunden seinen Blick vor Allem auf die Lungen richtet. Aber ich hebe schon an dieser Stelle hervor, dass man die Lungen unter allen Umständen unverändert vorfindet. Eine Vaguspneumonie bei Vögeln kommt nicht vor.

Eben so sicher ist es, dass die Vögel nicht, wie Einbrodt annehmen zu müssen geglaubt hat, dem Hungertode erliegen. Hat man es nicht versäumt, ihrer Pflege während des Lebens die genügende Aufmerksamkeit zu schenken, so bieten sie niemals an ihren Muskeln und inneren Organen die Zeichen der tödtlichen Inanition dar.

In vielen Fällen zeigen die Leichen ein durchaus normales Verhalten, und man steht nach der Sektion völlig rathlos darüber da, auf welche Ursache man den eingetretenen Tod zu schieben hat. Ich muss bekennen, dass mir dieses gerade bei meinen Erstlingsversuchen passirte, so dass mir dieselben fast aussichtslos erschienen. Aber sofort gestaltete sich die Sache anders, als ich es mir zur Pflicht machte, jedes Organ einzeln

mit Hilfe des Mikroskopes zu untersuchen, und gleich der erste Anfang gab hier den entscheidenden Ausschlag. Um den Gebrauch des Mikroskopes kommt man bei der Beurtheilung dieser Dinge unter keinen Umständen herum.

Geht man nun die einzelnen Organe der Reihe nach durch, so fällt es für den ersten Augenblick auf, dass Veränderungen in den Lungen und anderen Luftwegen niemals gefunden werden. Die Lungen zeigen in allen ihren Theilen und in gleichmässiger Weise das bekannte hellrothe Aussehen. Sie sind allerorts vollständig lufthaltig, schwimmen ganz und in kleine Theile zerschnitten auf Wasser und entleeren auf Druck, wenn überhaupt, so nur ganz unbedeutende Mengen einer klaren, schaumigen, hellen oder mitunter mit leichten Blutspuren aus den durchschnittenen Gefässen vermischten Flüssigkeit. In den Stämmen der venösen Blutgefässe am Hilus findet man nicht unbedeutende Blutmengen vor, welche je nach dem Zeitraum, der seit dem Tode verflossen ist, entweder vollkommen flüssig sind, oder die Gestalt der bekannten lockeren Kruorgerinnsel angenommen haben.

Auch die Bronchien und die Trachea erscheinen dem unbewaffneten Auge in jeder Beziehung unversehrt. Sie finden sich unter allen Umständen inhaltsleer: ihre Schleimhaut hat gewöhnlich eine blasse Farbe und ist leicht feucht. Fast giebt die Nase, namentlich bei Tauben, einen um Vieles sichereren Entscheid als das unbewaffnete Auge darüber ab, dass keine Mundflüssigkeit und Speisetheilchen in die Luftröhre und weiter abwärts in die Bronchien hineingelangt sein können, denn wer jemals Sektionen an Tauben ausgeführt hat, weiss, wie unangenehm und durchdringend die Flüssigkeit riecht, welche die festen Speisemassen im Kropf theilweise zu umspülen pflegt. Dieser widerwärtige Gestank beschränkt sich ausschliesslich auf den Kropf und die Speiseröhre, während die Schleimhaut der ersten Luftwege immer geruchlos ist. Endlich sei noch ausdrücklich hervorgehoben, dass die Lufträume in den Knochen regelmässig unverändert bleiben.

Auch dem Mikroskop gelingt es nicht, an den Lungen oder sonst irgendwo an den Luftwegen eine Veränderung und Ab-

weichung von der Norm aufzudecken. Selbst über die stärkere Füllung der Blutgefässe innerhalb des Lungenparenchyms, die mir hin und wieder aufgefallen ist, bin ich mir nicht vollkommen klar geworden. Auf jeden Fall sind die feinen und feinsten Lufträume leer und ohne den geringsten fremden Inhalt. Auch im Interstitium findet man keine Erkrankung, und die reichen Bindegewebskörperchen der Vogellunge haben weder an Zahl zu- noch abgenommen.

Für die Anhänger der Traube'schen Theorie, dass die Lungenveränderung nach der Vagusdurchschneidung bei Kaninchen eine Fremkörperpneumonie ist, bietet das Verhalten der Vogellunge nichts Auffälliges dar. Die Vogellunge bleibt nach der Vagusdurchschneidung ohne Veränderung, weil die Vögel, wie oben erwähnt, sich nach der Operation nicht verschlucken und nicht Fremdtheile in ihre Luftwege hineingerathen lassen. Fast könnte es den Anschein haben, als ob diese Erfahrung die Traube'sche Theorie zu stützen vermag.

Mit den Forderungen, welche jene Theorie über die Vaguspneumonie stellt, die früher einmal als nervöse bezeichnet wurde, lässt sich die Beobachtung an der Vogellunge für's Erste nur gezwungen in Einklang bringen. Soweit ich mir für den Augenblick ein Urtheil erlauben darf, wird man sich kaum anders helfen können, als wenn man dem Vagus der Vögel eine andere Rolle der Lunge gegenüber zuertheilt, als er sie bei Kaninchen besitzt. Die Annahme etwa, dass die Vogellunge wegen ihres andersgestalteten anatomischen Baues nervösen Einflüssen grössere Resistenz entgegensetzt, dürfte bei genauerer Erwägung kaum stichhaltig erscheinen. Die Vogellunge ist im Gegensatz zur Lunge des Säugethieres sehr arm an elastischen Fasern und ausserdem entbehren ihre Alveolen der schützenden Decke des Epithels.

Die Lunge bietet also bei Vögeln niemals den Sitz für jene Veränderungen dar, die man bisher gewohnt gewesen ist bei Säugethieren als Ursache des Todes nach der doppeltseitigen Vagusdurchschneidung anzusehen. Aber auch an allen übrigen Organen findet man weder makroskopisch noch mikroskopisch irgend eine Veränderung vor.

Nur ein einziges Organ macht eine Ausnahme, und das ist das Herz. Allein diese Veränderungen wollen sorgfältig gesucht werden und drängen sich sehr häufig auch dem aufmerksamen Auge nicht auf. Ausschliesslich gehen sie den Herzmuskel an.

In manchen — nicht zu seltenen — Fällen erscheint der Herzmuskel für das unbewaffnete Auge vollkommen intakt. Er hat eine frischrothe Farbe, ist von fester Beschaffenheit und bietet auf Durchschnitten nichts Abweichendes dar. In anderen Fällen zeichnet er sich durch Blässe, Schlaffheit und mürbe Brüchigkeit aus. Aber am häufigsten bemerkt man ausserdem noch an der äusseren, namentlich an der inneren Oberfläche des Herzmuskels und auf Durchschnitten strich- und fleckförmige Zeichnungen von weissgelber oder intensiv buttergelber Verfärbung, wie sie im gesunden Herzmuskel des Vogels kaum jemals beobachtet werden. Immer trifft man diese Veränderung in der Muskulatur des linken Ventrikels und im Septum ventriculorum reichlicher als in der rechten Kammer an, und mehrfach habe ich Fälle derart gesehen, dass sie sich auf das linke Herz zu beschränken schien. Ihre Ausbreitung schwankt innerhalb beträchtlicher Grenzen. Oft findet man gerade die ersten Andeutungen, und in anderen Fällen ist der Herzmuskel so reichlich von ihnen durchsetzt, dass die unveränderte Herzmuskulatur an Masse dagegen vollständig zurücktritt. Es können dann die Flecken bis zu dem Umfang einer Erbse anwachsen und die Strichelchen kommen so dicht neben und über einander zu liegen, namentlich an den grösseren Musculi papillares, dass sie ihnen jenes Aussehen verleihen, welches man neuerdings am Fettherzen des Menschen als marmorirtes oder getigertes Aussehen beschrieben hat.

Bei der Ausbreitung dieses Prozesses spielt die Zeit nicht die ausschliesslich bedingende Rolle. Von annähernd eben so grosser Bedeutung scheint mir die Individualität der Thiere zu sein. Unter meinen Aufzeichnungen befinden sich Beobachtungen derart, dass Vögel, welche am Ende des zweiten Tages nach der Operation starben, ebenso hochgradige Veränderungen am Herzmuskel darboten, als solche, die ihr Leben noch mehrere Tage darüber hinaus fristeten.

Hat man die mikroskopische Untersuchung des Herzens nicht verabsäumt, so wird man namentlich in denjenigen Fällen, in denen der Herzmuskel dem unbewaffneten Auge unversehrt erschien, darüber erstaunt sein, wie weitgehende und wichtige Veränderungen an den Herzmuskelfasern die doppeltseitige Vagusdurchschneidung hervorgerufen hat. Ein sehr beträchtlicher, mitunter der grösste Theil der Fasern befindet sich im Zustand der fettigen Degeneration. Aber es sind nicht etwa feinste, unscheinbare Körnchen, welche die Muskelfasern erfüllen, sondern dieselben sind oft mit grossen, umfangreichen Fetttropfen vollgepfropft. Ueber ihre wahre Natur kann gar kein Zweifel aufkommen, wenn man die Untersuchungsmethode befolgt, dass man kleine Stückchen mit der Scheere von dem frischen Herzmuskel abschneidet und diese für 12—24 Stunden in einer Lösung von Ueberosmiumsäure zu 0,1 pCt. aufhebt. Die Fetttröpfchen nehmen alsdann — wie allbekannt — ein intensiv schwarzes Aussehen an, und man gewinnt auf diese Weise Bilder, wie sie Fig. 1 auf der beigegebenen Tafel darstellt, die einem Präparate von einer Dohle entnommen ist. Die von Fetttröpfchen vollständig erfüllten Muskelfasern haben ihre Querstreifung verloren, auch lassen sich die Muskelkerne in ihnen meist auf keine Weise mehr darstellen, und sicher ist es jedenfalls, dass eine Vermehrung der letzteren zu keiner Zeit stattfindet. Auch sei dabei erwähnt, dass im interstitiellen Bindegewebe keinerlei Veränderungen vor sich gehen.

In anderen Muskelfasern, in denen die Verfettung noch nicht so hochgradig geworden ist, sind die Fettkörnchen etwas kleiner, obschon sie sich auch durch Ueberosmiumsäure deutlich schwärzen, und stehen dabei häufig in exquisiten Längsreihen, etwa wie das Fig. 2b. wiederzugeben versucht hat. Oder man trifft Muskelfasern an, die nur streckenweise Fettkörnchen enthalten (vergl. Fig. 2c.), oder es erscheint endlich sogar ein Theil der Muskelfasern unversehrt und vortrefflich quergestreift, während Aeste von ihnen hochgradig verfettet sind (Fig. 2a.). Auf jeden Fall stellt die feinkörnige fettige Degeneration der Muskelfasern eine sehr viel seltenere Erscheinung dar; dass dieselbe aber nicht regelrecht fehlt, beweist Fig. 3, welche einer Taube

entnommen ist, die in Folge einseitiger Vagusdurchschneidung innerhalb fünf Tagen zu Grunde ging.

Die akute fettige Entartung des Herzmuskels nimmt in manchen Fällen den bei weitem grösseren Theil der Herzmuskelfasern in Anspruch, in anderen dagegen tritt sie mehr herdweise auf, und es finden sich zwischen den fettig entarteten Fasern noch immer solche vor, die eine sehr deutliche Querstreifung besitzen und in jeder Beziehung unverändert erscheinen. Aber dessen ungeachtet ergiebt sich aus dem bisher Mitgetheilten, dass Vögel nach doppeltseitiger Vagusdurchschneidung nicht an einem Lungentodt, sondern an einem primären Herztod sterben, indem das Herz in Folge der akuten fettigen Entartung leistungsinsufficient wird.

Wenn man den Versuch aufnehmen wollte, zu einer Erkenntniss über die Natur der fettigen Entartung des Herzmuskels in Folge der Vagusdurchschneidung zu gelangen, so mussten sich offenbar drei Wege der Ueberlegung aufdrängen.

Ist die fettige Entartung des Herzens eine Folge davon, dass die Athmung durch die Vagusdurchschneidung erschwert und die Sauerstoffzufuhr zum Organismus beschränkt wurde?

Oder ist sie eine Folge der beschleunigten und irregulären Herzbewegung?

Oder endlich weist sie darauf hin, dass es im Vagus der Vögel bestimmte Nervenfasern giebt, welche der Ernährung des Herzmuskels unabhängig von den motorischen Bahnen vorzustehen haben?

Es soll der Versuch gewagt werden, den Beweis zu liefern, dass die letzte Annahme die einzig mögliche ist.

Der Gedanke, dass man die akute fettige Entartung des Herzmuskels möglicherweise darauf zurückzuführen gehabt hätte, dass in Folge der Vagusdurchschneidung der Lungengaswechsel bei Vögeln beschränkt wird, lag nach den Arbeiten sehr nahe, welche Fraenkel[13] vor Kurzem mitgetheilt hat. Fraenkel

---

[13] A. Fraenkel, Ueber den den Einfluss der verminderten Sauerstoffzufuhr zu den Geweben auf den Eiweisszerfall im Thierkörper. Virchow's Archiv. Bd. 1876. p. 273—327. — Idem, Versuch zu einer physiologi-

hat dabei nachzuweisen versucht, dass wenn die Sauerstoffzufuhr zu den Geweben vermindert wird, die Masse der Gewebe akut zerfällt, und dass als Zerfallsprodukte in vermehrter Menge Harnstoff einerseits, Verfettungen andererseits gebildet werden. Wenn auch die Untersuchungen Fraenkel's vielfache Lücken erkennen lassen und keineswegs das mit unumstösslicher Sicherheit beweisen, was Alles der Autor aus ihnen ableiten zu dürfen geglaubt hat, so musste es dennoch dringend nothwendig erscheinen, ihnen an diesem Orte die aufmerksamste Beachtung zu schenken. Aber die Fraenkel'schen Deduktionen finden auf unseren speciellen Fall keine Anwendung. Eine Beschränkung in der Sauerstoffzufuhr und in der Kohlensäureproduktion findet nach der Vagusdurchschneidung überhaupt nicht statt. Schon Rosenthal[14] hatte in seinen bekannten Untersuchungen über die Athembewegung dargethan, dass nach der Vagusdurchschneidung dasselbe Luftquantum geathmet wird, wie unter normalen Verhältnissen, so dass dasjenige Quantum Luft, welches durch die geringere Frequenz der Athemzüge anscheinend verloren geht, durch die Tiefe derselben eingeholt wird; aber in der exaktesten Weise wurde es erst durch Voit[15] und Rauber bewiesen, dass nach der Vagusdurchschneidung Sauerstoffaufnahme und Kohlensäureproduktion unverändert bleiben. Wenn sich späterhin (bei Kaninchen) Veränderungen in der Lunge ausbilden, so nimmt zwar die Menge der CO_2 allmälig ab, die des Sauerstoffs dagegen meist relativ zu. „Es findet demnach nicht nur für die gesammte geathmete Luftmenge, sondern auch für die einzelnen ausgetauschten Gase durch den veränderten Athemrythmus eine vollständige Compensation statt." (p. 105.)

Alle diese Versuche beziehen sich zwar zunächst auf Kaninchen, aber man wird kaum ernstliche Einwendungen dagegen

---

schen Theorie der Fettentartung des Herzmuskels. Charité-Annalen. 1877. p. 309—319.

[14] J. Rosenthal, Die Athembewegungen und ihre Beziehungen zum Nervus vagus. Berlin 1862.

[15] C. Voit, Ueber den Gaswechsel nach der Durchschneidung der Nervi vagi. Sitzungsber. d. Königl. bayer. Akademie d. Wissensch. zu München, 1868. Bd. II. p. 104—105.

erheben wollen, wenn man sie ohne weiteres auf Vögel überträgt. Man wird das mit um so weniger Glück versuchen, als Vögel nach der Vagusdurchschneidung von Lungenerkrankung unter allen Umständen frei bleiben und sich ausserdem der Rythmus der Athembewegung am Ende des ersten, spätestens am zweiten Tage wieder zum Normalen ausgleicht. Sicherlich wäre es nicht verabsäumt worden, diesen Punkt speziell an Vögeln einer erneuten experimentellen Prüfung zu unterziehen, wenn wir hier in Göttingen über einen Voit'schen oder einen anderen fehlerfreien Respirationsapparat für kleinere Thiere verfügten. Trotz Alledem glaube ich mit gutem Grunde den Schluss ziehen zu dürfen, dass die akute Verfettung des Herzmuskels nach doppeltseitiger Vagusdurchschneidung bei Vögeln eine Folge einer etwaigen Beschränkung der Sauerstoffzufuhr nicht sein kann.

Auch auf die Frage, ob man vielleicht das akute Fettherz auf die beschleunigte und irreguläre Herzbewegung zurückzuführen habe, welche der doppeltseitigen Vagusdurchschneidung regelmässig folgt, glaube ich mit einem entschiedenen Nein! antworten zu müssen. So sicher die physiologische Erfahrung lehrt, dass sich der Stoffwechsel quergestreifter Muskeln im Zustande der Kontraktion und namentlich des Tetanus ändert, so wenig weiss sie dabei über morphologische Veränderungen zu berichten. Auch die Erfahrungen am Krankenbett bei Tetanus und Trismus weisen nicht darauf hin, dass ein quergestreifter Muskel durch eine abnorm lebhafte Bewegung wesentlich und regelmässig in seiner Struktur abgeändert wird. Zwar nimmt die Muskulatur des Herzens trotz der Querstreifung in vielfacher Beziehung den willkürlichen Muskeln gegenüber eine Sonderstellung ein, aber keineswegs lassen sich klinische und anatomische Erscheinungen dafür anführen, dass eine ad maximum gesteigerte Herzbewegung beim Menschen, auch wenn sie sich andauernd über mehrere Tage hingezogen hat, unter allen Umständen die Entstehung eines Fettherzens bedingt. Ausserdem vergesse man nicht, dass die beschleunigte Herzbewegung bei Vögeln nach doppeltseitiger Vagusdurchschneidung nur eine vorübergehende Erscheinung ist, die am Ende des ersten,

spätestens am zweiten Tage bereits verschwunden ist. Dabei sei an dieser Stelle ausdrücklich hervorgehoben, dass, wenn die Vögel 6 oder oft auch 12 Stunden nach der Operation und zu einer Zeit, in der die beschleunigte Herzaktion noch bestand, absichtlich getödtet wurden, die Herzmuskelfasern entweder gar keine oder gerade die ersten leichten Anfänge einer fettigen Entartung erkennen liessen. Dass diese Beobachtung nicht dafür spricht, die Fettdegeneration des Herzens auf die frequentere Herzbewegung zurückzuführen, bedarf wohl kaum einer weiteren Erörterung.

Allein es stehen uns hier Mittel zu Gebote, die Richtigkeit des vorstehenden Raisonnements direkt durch das Experiment zu prüfen. Durch die Untersuchungen von v. Bezold und Bloebaum[16] hat man in dem Atropin ein Gift gefunden, welches die für die Herzbewegung regulatorischen Vagusfasern schon in kleinen Gaben lähmt.. Auch bei Vögeln entfaltet dieses Gift in vollkommenster Weise seine Wirkung. Wenn beispielsweise Tauben Atropinum sulfuricum in der Art subkutan (am besten am Oberschenkel) injicirt wurde, dass die Thiere täglich Morgens um 10 Uhr und Mittags um 12 Uhr jedes Mal 0,0005 und Abends 5 Uhr 0,001 Atropin erhielten, so ist es mir wiederholentlich gelungen, die Zahl der Herzschläge andauernd und 10 Tage lang (darüber hinaus dehnte ich die Versuche aus selbstverständlichen Gründen nicht aus) von im Mittel 150 pro Minute auf 300, 350 und 400 Schläge in der Minute in die Höhe zu treiben. Wurden die Thiere nach Ablauf des genannten Zeitraums getödtet, so fanden sich alle inneren Organe vollkommen unversehrt. Im Speziellen der Herzmuskel hatte ein rothes und gesundes Aussehen und liess nicht ein einziges Mal auch nicht die geringste Spur einer fettigen Entartung erkennen. Aus Alledem ergiebt sich also, wie ich glaube mit absoluter Sicherheit, dass die akute fettige Entartung des Herzmuskels in Folge von doppeltseitiger Vagusdurchschneidung bei Vögeln ihren

[16] A. v. Bezold und F. Bloebaum, Ueber die physiologischen Wirkungen des schwefelsauren Atropins. Untersuchungen aus dem phys. Laboratorium in Würzburg. Heft I. Leipzig 1867. p. 26—43.

Grund in der gesteigerten Herzbewegung, welche die Operation vorübergehend hervorruft, nicht haben kann.

Somit bleibt also nur die dritte Annahme übrig, dass die akute Fettentartung des Herzmuskels nach der doppeltseitigen Vagusdurchschneidung bei Vögeln eine unmittelbare, direkte Folge einer Lähmung bestimmter Nervenfasern ist, welche der normalen Ernährung des Herzmuskels vorzustehen haben. Zu gleicher Zeit lehren aber auch die Experimente mit Atropin, dass diese trophischen Fasern andere sein müssen als die motorischen Nervenfasern, denn die letzteren werden durch Atropin gelähmt, ohne Verfettung hervorzurufen.

Daran reiht sich als nächste Frage zur Erörterung an, ob etwa diese trophischen Fasern mit vasomotorischen Nervenfasern identisch sind. Ich glaube mit nicht zu unterschätzender Berechtigung diese Frage verneinen zu müssen. Von Erscheinungen, welche auf vasamotorische Störungen zurückzubeziehen gewesen wären, zeigt sich sonst am Herzmuskel der Vögel, an denen die doppeltseitige Vagusdurchschneidung ausgeführt wurde, keine Spur. Die Füllung der Gefässe weicht von der Norm nicht ab; die Gefässwände sind unter allen Umständen unverändert und etwaige Rhexis oder Diapedesis an ihnen kann man nicht entdecken. Zudem haben v. Bezold und Bloebaum nachgewiesen, dass das Atropin auf die Vasamotoren nicht ohne Einfluss ist, und dennoch rufen Atropininjektionen längere Zeit fortgesetzt keine Verfettungen am Herzmuskel hervor. Demnach kann man kaum einen anderen als den Schluss ziehen, dass im Vagus Fasern verlaufen müssen, welche der Ernährung des Herzmuskels ausschliesslich vorzustehen haben und somit rein trophische Nervenfasern sind.

Dass der Vagus die Ernährung des Herzmuskels allein beherrscht, möchte ich nach den mitgetheilten Erfahrungen kaum für wahrscheinlich halten. So hochgradig auch die Verfettung der Herzmuskelfasern war, ein Theil derselben hatte sich dennoch immer seine normale Struktur erhalten. Die Annahme, dass bei Versorgung des Herzens durch einen einzigen trophischen Nerv der eine Theil der Muskelfasern trophischen Störungen früher erliegt als der andere, würde doch sehr gezwungen

erscheinen müssen. Von teleologischen Betrachtungen geleitet, kann man hierin das Bestreben der Natur sehen, Störungen, welche eine Nervenbahn treffen, auf dem Wege einer anderen auszugleichen oder doch ihre Endwirkung hintenanzuhalten. Und auf jeden Fall ist es dabei die günstigste Einrichtung, wenn die kleineren trophischen Bezirke der verschiedenen Nerven im Herzmuskel so zu sagen mit einander alterniren.

Hiermit habe ich die erste Hälfte der mir gesetzten Aufgabe zu Ende geführt. Es ist von mir der Nachweis geliefert worden:

1. dass die doppeltseitige Vagusdurchschneidung bei Vögeln, oft schon die einseitige, absolut tödtlich ist;
2. dass eine sogenannte Vaguspneumonie bei Vögeln nicht vorkommt;
3. dass die Vögel nicht einem Lungen-, sondern einem Herztod erliegen;
4. dass der Herzmuskel nach doppeltseitiger Vagusdurchschneidung bei Vögeln akut verfettet;
5. dass diese Herzmuskelverfettung zurückzuführen ist auf Lähmung ganz bestimmter Nervenfasern der Vagi, welche ganz ausschliesslich der Ernährung des Herzmuskels vorzustehen haben und im wahren Sinne des Wortes rein trophische Nervenfasern sind.

III.

Ueber den Einfluss der doppeltseitigen Vagusdurchschneidung auf den Herzmuskel bei Säugethieren, im Speziellen bei Kaninchen und Hunden.

Aus den Beobachtungen von Einbrodt,[17] welche früher mitgetheilt worden sind, und denen ich in ihrem ersten Theile in jeder Beziehung beigestimmt habe, geht hervor, dass in dem Verhalten des Vagus zur Herzbewegung bei Vögeln und Säugethieren kein prinzipieller Unterschied besteht. Von diesem Gesichtspunkte aus lag der Gedanke sehr nahe, ob die doppeltseitige Vagusdurchschneidung bei Säugethieren ähnliche Wirkungen auf die Struktur und Funktionsfähigkeit des Herzmuskels ausübt, wie das soeben bei Vögeln gezeigt worden ist.

Meine Erfahrungen beschränken sich auf zwei Thierarten: auf Kaninchen und Hunde, und in Bezug auf letztere sind sie nicht zu zahlreich ausgefallen. Aber auch hier bin ich zu dem Ergebniss gekommen, dass dem Vagus ausser anderen Funktionen auch noch die Aufgabe dem Herzmuskel gegenüber zufällt, durch ganz bestimmte, ausschliesslich trophische Nervenfasern die Ernährung des Herzmuskels zu reguliren.

Die Verhältnisse treten zunächst bei Kaninchen niemals

[17] Vergl. p. 6.

so klar auf, wie das bei Vögeln regelmässig der Fall ist, und ich kann nicht dringend genug empfehlen, sich bei Wiederholung dieser Untersuchungen zuerst mit den unkomplizirten und leicht übersichtlichen Erscheinungen bei Vögeln vertraut zu machen, ehe man an das Studium der verwickelteren Erscheinungen am Säugethierkörper herangeht. Wenn man bei Kaninchen die Vagi durchschneidet, so weiss man, dass die Thiere in kurzer Zeit zu Grunde gehen und dass sie nur selten viel länger als 12 Stunden die Operation überleben. Es finden sich dabei so schwere Erkrankungen in der Lunge vor, dass es keinem Zweifel unterliegen kann, dass die Thiere an einem Lungentod zu Grunde gegangen sind. Ein Schwanken in diesem Urtheil wird um so weniger zulässig erscheinen, als sich der Herzmuskel nach meinen Erfahrungen makroskopisch und mikroskopisch unversehrt zeigt. Man mag die Erkrankung der Lungen ihrer eigentlichen Natur nach auffassen, wie man will, auf jeden Fall besitzt sie ein so grosses Uebergewicht, dass die trophischen Beziehungen des Vagus zum Herzmuskel, falls überhaupt solche bei Kaninchen bestehen, vollständig verdeckt werden.

Aber solche trophischen Einflüsse der Vagi zum Herzmuskel lassen sich in der That dennoch bei Kaninchen nachweisen. Wenn man der doppeltseitigen Vagusdurchschneidung die Tracheotomie vorausgeschickt hat, und die Trachealkanüle so fest an die Luftröhrenwandung schnürt, dass ein Abfluss von Speichel und Speisetheilchen nach abwärts über die Umschnürungsstelle hinaus nicht stattfinden kann, so gelingt es, die Versuchsthiere meist bis zum zweiten Tage und darüber hinaus am Leben zu erhalten. Zu gleicher Zeit muss es auffallen, dass nach dem Tode die Veränderungen an der Lunge entweder ganz fehlen, oder falls die Trachealkanüle durch lockere Schleimmassen gegen das Lebensende hin etwas unwegsam geworden war, nur in einer sehr geringen Weise ausgesprochen sind. Ich habe unter diesen Umständen Thiere verloren, bei denen die eine oder die andere Lunge einen einzigen, kaum über Erbsengrossen, hyperämisch gefärbten Fleck zeigte, der an der Peripherie gelegen war, noch immer Luft enthielt und kaum wenige Millimeter in die Tiefe

reichte. Das übrige Lungenparenchym zeigte dabei keine Veränderung. Ja! ich kann über Fälle berichten, in welchen ich die Lunge in jeder Beziehung ganz unverändert antraf, und dennoch war hier der Tod am zweiten bis vierten Tage nach der Operation eingetreten.

Genau dieselben Erfahrungen hat übrigens neuerdings auch Frey gemacht, wobei er hinzufügt, dass er eine Todesursache nicht habe ausfindig machen können. Man ersieht jedenfalls hieraus, dass es Fälle giebt, in denen die doppeltseitige Vagusdurchschneidung bei Kaninchen, wenn man ihr die Tracheotomie hat vorangehen lassen, so geringe oder gar keine Veränderungen in den Lungen setzt, dass man hier nicht gut davon sprechen kann, dass die Thiere durch einen Lungentod zu Grunde gegangen sind.

Bei solchen Thieren findet man sehr wichtige Veränderungen an den Muskelfasern des Herzens vor, und ich nehme keinen Anstand zu behaupten, dass auch diese Thiere wie Vögel einem Herztod unterliegen.

Für das unbewaffnete Auge bietet der Herzmuskel in diesen Fällen gewöhnlich eine sehr blasse Farbe und eine eigenthümlich mürbe Beschaffenheit dar. Bei genauer Betrachtung fallen nicht selten auf seiner Oberfläche und auf Durchschnitten helle Zeichnungen auf von fast transparentem Aussehen. Dieselben erscheinen in Form von Strichen, welche die Dicke einer feinen Nadel in der Regel nicht viel überschreiten. Ihre Zahl ist sehr schwankend und es lässt sich über dieselbe keine bestimmte Norm aufstellen.

Wenn man diese Stellen frisch oder nach vorhergegangener Behandlung mit Ueberosmiumsäure einer mikroskopischen Untersuchung unterwirft, so fallen sofort sehr wichtige Veränderungen an den Herzmuskelfasern auf. Man findet an diesen Stellen nur sehr vereinzelte Muskelfasern vor, die noch eine deutliche Querstreifung tragen.

Aber die Veränderung der Muskelfasern, von der sogleich ausführlicher die Rede sein soll, beschränkt sich nicht auf die schon dem unbewaffneten Auge auffälligen Stellen, im

Gegentheil, sie findet sich weit, wenn auch makroskopisch latent, im Herzmuskel ausgebreitet, und es ist erstaunlich, eine wie grosse Zahl von Muskelfasern der Umwandlung erlegen sind.

Diese Muskelfasern zeichnen sich sowohl frisch als auch nach Behandlung mit Ueberosmiumsäure durch einen besonderen Glanz aus, der genau dem Aussehen gleicht, welches Muskelfasern darbieten, die der sogenannten wachsartigen Degeneration verfallen sind. Die Querstreifung haben sie ganz und gar verloren. Ihr Protoplasma hat sich zugleich in ganz unregelmässige Klumpen zusammengeballt, die in geringer Entfernung auf einander folgen, gleich als ob es streckenweise geronnen wäre. Dabei bildet die Seitenkontour der einzelnen Muskelfasern keine gerade Linie mehr, sondern ist ganz unregelmässig bald vorgetrieben, bald eingesunken, je nachdem es der sehr unregelmässige Umriss der wächsern aussehenden Protoplasmaballen mit sich bringt (vgl. Fig. 4, einem Präparat eines Kaninchens entnommen, dessen Lungen bei der Sektion unverändert gefunden wurden).

Auch hier tritt genau wie bei Vögeln eine Vermehrung der Kerne innerhalb oder ausserhalb der Muskelfasern niemals auf, und man dürfte demnach berechtigt sein, die beschriebene Veränderung der Muskelfasern den regressiven, nicht den progressiven Processen zuzurechnen. Nach anderweitigen Erfahrungen würde es jedenfalls sehr unwahrscheinlich sein, dass, wenn es sich hier um entzündliche Vorgänge handeln würde, eine Dauer von 24 Stunden und darüber hinaus nicht ausreichen sollte, um eine nachwesbare Vermehrung von Kernen hervorzurufen.

An den Herzmuskelfasern des Kaninchens bleibt die Veränderung jederzeit auf derjenigen Stufe stehen, welche im Vorigen beschrieben worden ist. Offenbar genügt dieselbe bei diesen Thieren, um eine akute Herzparalyse herbeizuführen. Es erscheint das nicht wunderbar, wenn man die Extensität des Prozesses berücksichtigt. Ob diese Veränderung in eine fettige Entartung der Muskelfasern übergegangen wäre, wenn man den Tod noch einige Zeit hätte aufhalten können, darüber erlaube

ich mir keine Vermuthung aufzustellen. Sicher ist es jedenfalls, dass bei Vögeln die Verfettung eintritt, ohne dass ihr die bei Kaninchen beschriebenen Veränderungen der Muskelfasern vorausgegangen sind.

Auch am Kaninchen lässt sich genau in derselben Weise wie bei Vögeln der Nachweis liefern, dass die Veränderung des Herzmuskels nach doppeltseitiger Vagusdurchschneidung auf eine Lähmung ganz bestimmter und ausschliesslich trophischer Nervenfasern zurückzubeziehen ist.

Eine Veränderung im Lungengaswechsel findet bei diesen Thieren nach der doppelseitigen Vagusdurchschneidung wie die Untersuchungen von Rosenthal und namentlich von Voit und Rauber mit Sicherheit dargethan haben, nicht Statt. Auch für die letzten Lebensstunden ist dieselbe nicht zu erwarten, da die Lungen bei vorausgegangener Tracheotomie vollkommen unverändert bleiben oder doch schlimmsten Falls ganz unbedeutende Veränderungen aufweisen.

Desgleichen lässt sich mit Sicherheit ausschliessen, dass die beschriebene Muskelveränderung am Herzen nach der doppeltseitigen Vagusdurchschneidung bei Kaninchen eine Folge der beschleunigten Herzbewegung ist. Denn auch bei Kaninchen gelingt es genau in derselben Weise wie bei Vögeln durch subkutane Injektionen von Atropinum sulfurikum die Zahl der Herzkontraktionen für viele Tage lang (ich habe solche Versuche bis 14 Tage fortgesetzt) und andauernd auf dieselbe Zahl und weit darüber hinaus zu steigern, wie wenn man die Vagi durchschnitten hätte, und dennoch wird regelmässig eine ähnliche Veränderung an den Muskelfasern des Herzens vermisst.

Da die motorischen Bahnen der Vagi, welche durch das Atropin gelähmt werden, mit diesen Veränderungen nach dem bisher Gesagten nichts zu thun haben, da fernerhin das Atropin auch die Vasamotoren nicht unbeeinflusst lässt und zudem Zeichen vasamotorischer Störungen am Herzmuskel nach doppeltseitiger Vagusdurchschneidung nicht gefunden werden, so muss man also auch für das Kaninchen annehmen, dass die Vagi

bestimmte Nervenfasern führen, welche ausschliesslich den Ernährungsvorgängen vorstehen, und dass eine Lähmung derselben beispielsweise durch Durchschneidung der Vagi für den Fall, dass man den schnellen Eintritt des Lungentodes durch Tracheotomie verhindert, eine so tiefe Ernährungsstörung des Herzmuskels verursacht, dass der Tod durch primäre Herzparalysis erfolgt.

Es ist vielleicht nicht ohne jedes Interesse, sich die Frage vorzulegen, ob diese trophischen Fasern dem Vagus oder dem Accessorius zuzutheilen sind.

Durch Versuche, welche Heidenhain[18] vor vielen Jahren veröffentlicht hat, ist es bewiesen worden, dass die Nervenfasern des Vagus, welche die Herzbewegung beeinflussen, ausschliesslich oder fast ausschliesslich dem Nervus accessorius angehören und dass sie sich erst weiterhin den Vagusbahnen beigesellt haben. Kaninchen, denen die Nn. accessorii ausgerissen sind, vertragen die Operation für viele Tage und ein schneller Eintritt des Todes wie nach doppelseitiger Vagusdurchschneidung wird durch dieselbe nicht bedingt. Hieraus folgt, dass der Accessorius keine trophischen Fasern oder jedenfalls keine einigermassen beträchtliche Zahl derselben für den Herzmuskel führen kann, da eine Lähmung derselben nicht länger als 48—96 Stunden von den Thieren vertragen wird. Und zu gleicher Zeit ergiebt sich hieraus, dass, wenn man berechtigt ist, den Accessorius als den Hauptmotor für die Herzbewegung anzusehen, dass dem Vagus die ausserordentlich lebenswichtige Funktion zufällt, die Ernährungsverhältnisse des Herzmuskels durch rein trophische Nervenfasern zu reguliren.

Untersuchungen, welche in der gleichen Absicht und nach denselben Grundsätzen an Hunden angestellt worden sind, haben zu dem Ergebniss geführt, dass auch hier dem Vagus die lebenswichtige Aufgabe zukommt, die normale Ernährung des

---

[18] R. Heidenhain, Ueber den Einfluss des N. accessorius Willisii auf die Herzbewegung. Studien des phys. Instituts zu Breslau. Leipzig 1865. p. 109—133.

Herzmuskels durch rein trophische Nervenfasern zu reguliren. Sie haben zu gleicher Zeit die Einsicht eröffnet, dass Hemmung in der Ernährung des Herzens den Herzmuskel funktionsunfähig machen kann, ohne dass es zu erheblichen morphologischen Veränderungen kommt.

Wenn man bei Hunden die beiderseitige Vagusdurchschneidung ausgeführt hat, so gehen die Thiere fast ausnahmslos zu Grunde und Abweichungen von dieser Regel, welche in der Vagusliteratur mitunter erwähnt werden, kommen überaus selten vor. Die Thiere vertragen die Operation länger als Kaninchen, und vor dem Ende des dritten Tages habe ich niemals den Tod eintreten gesehen. Obschon auch die künstliche Ernährung der Thiere wegen der Lähmung der Speiseröhre sehr erschwert, oft ganz unmöglich wird, so erfolgt der Tod relativ so schnell, dass man mit Recht davon absehen wird, ihn auf eine etwaige Inanition zu beziehen. Zudem zeigen die Lungen so ausgedehnte Entzündungen, die oft beide Lungen fast vollständig in Anspruch genommen haben, dass ein unbefangener Beurtheiler kaum jemals im Zweifel darüber sein wird, dass die Hunde genau wie Kaninchen nach der doppeltseitigen Vagusdurchschneidung durch eine sogenannte Vaguspneumonie zu Grunde gegangen sind. Häufig hat sich die Erkrankung nicht auf die Lungensubstanz beschränkt, sondern ist auch auf die Pleurablätter übergegangen, und man findet dann in einer oder in beiden Pleurahöhlen einen nach meinen Erfahrungen meist eitrigen Erguss vor.

Der Herzmuskel verhält sich in diesen Fällen nicht völlig unversehrt. Bei sorgfältiger Prüfung findet man in ihm Muskelfasern vor, die mehr oder minder hochgradig verfettet sind. Bald trifft man nur feine Fettkörnchen, die zwischen den Längs- und Querstreifen der stärker lichtbrechenden Substanz, mehr oder minder reichlich vertheilt sind, und einer aufmerksamen Beobachtung kaum entgehen können, bald ist der Gesammtinhalt der Muskelfibrillen fein-körnig fettig zerfallen, ohne dass dabei Kernwucherungen irgend welcher Art stattgefunden haben. Trotz Alledem überwiegt die Zahl derjenigen Muskelfasern, welche ihrem äussern Aussehen nach vollkommen normal er-

scheinen und eine ausserordentlich schöne und deutliche Längs- und Querstreifung zeigen. Ein etwas flüchtiger Beobachter würde aus diesem Grunde einen solchen Herzmuskel vielleicht für vollständig wohlerhalten erklärt haben, doch haben mir sehr zahlreiche Kontrolluntersuchungen, deren Material ich der freundlichen Unterstützung meines Kollegen, des Herrn Professors Marmé verdanke, gezeigt, dass sich dergleichen Veränderungen am normalen Herzmuskel des Hundes nicht vorfinden.

In Anbetracht der Länge der Zeit, in welcher Hunde die doppeltseitige Vagusdurchschneidung überstehen, musste es zweifelhaft bleiben, ob die beschriebenen Veränderungen am Herzmuskel ihre Ursache in der Vagusdurchschneidung oder entsprechend der früher erwähnten Fränkel'schen Hypothese darin fänden, dass die Sauerstoffzufuhr durch die zunehmende Lungenentzündung mehr und mehr beschränkt wurde. Offenbar wird sich die letztere Annahme für den Fall keine Geltung verschaffen können, wenn es gelingt, dieselben Veränderungen am Herzmuskel hervorzurufen, während man die Erkrankung der Lunge absichtlich vermeidet.

Diese Absicht erreicht man nach meinen Erfahrungen ohne grosse Mühe dann, wenn man die Vagusdurchschneidung an tracheotomirten Hunden ausführt. Auch unter diesen Umständen überleben die Thiere die Operation nicht, doch lässt sich der Tod bis zum Ende der ersten Woche aufhalten. Bei solchen Hunden, welche durch die Tracheotomie vorbereitet wurden, kann man eine Erkrankung der Lunge vollkommen vermeiden, und die Thiere gehen zu Grunde, ohne dass sich an ihren Organen für das unbewaffnete Auge eine Veränderung ausfindig machen lässt.

Nur der Herzmuskel macht hiervon eine Ausnahme. Auch jetzt findet man wie bei nicht tracheotomirten Hunden genau dieselben Veränderungen an den Muskelfasern des Herzens vor, welche im Vorigen beschrieben worden sind, und da sich die Lungen unverändert und lufthaltig zeigen, so kann eine Beschränkung in der Sauerstoffzufuhr mit Sicherheit ausgeschlossen werden. Ebensowenig kann man die leichte Verfettung, wie

Atropinversuche lehren, auf eine Lähmung der motorischen Nervenfasern der Vagi zurückführen, und da sich Zeichen vasomotorischer Störungen niemals nachweisen lassen, so bleibt auch hier nur die Annahme übrig, dass man es mit dem Einfluss rein trophischer Nervenfasern zu thun hat.

Ich glaube es bereits im Vorigen genügend betont zu haben, dass die Verfettungen bei Hunden namentlich gegenüber den ausgedehnten fettigen Entartungen am Vogelherzen unter allen Umständen auffällig gering ausfallen. Es muss für den Augenblick ganz unverständlich erscheinen, wie so unbedeutende Verfettungen bei Hunden den Tod durch Herzlähmung herbeiführen sollen, da die Zahl der unverändert aussehenden Muskelfasern bei Weitem überwiegt. Und dennoch geben gerade die Erfahrungen bei Vögeln den Schlüssel zu diesem scheinbaren Räthsel ab.

Wenn man sich über die Vorgänge bei trophischen Störungen am Herzmuskel klar zu werden versucht, so liegt, wie ich meine, nichts Gezwungenes darin, wenn man sich dabei mehrere Stadien des Prozesses vorstellt. Offenbar muss die Substanz der Muskelfasern eine Reihe chemischer Umwandlungen durchmachen, ehe sie an dem Endstadium, bei der Verfettung angelangt ist. Dabei erscheint es kaum unverständlich, dass die Muskelfaser bereits funktionsunfähig geworden sein wird, bevor sie dieses Endstadium erreicht hat. Lehren doch physiologische Erfahrungen zur Genüge, wie die chemische Konstitution der Muskelfaser mit ihrer Funktion innig verknüpft ist.

Nach Alledem leuchtet es ein, dass trotz der geringen morphologischen Veränderungen dennoch der Tod bei tracheotomirten Hunden mit doppeltseitiger Vagusdurchschneidung durch Herzparalysis herbeigeführt und dass diese letztere durch Lähmung der trophischen Nervenfasern im Vagus bedingt werden konnte, indem ein genügend grosser Theil von Muskelfasern dem Einfluss der trophischen Vagusnerven entzogen, derart in seiner chemischen Konstitution verändert wurde, dass er die Funktion versagte.

Ob man es in jedem Einzelfall mit ausgedehnten Verfet-

tungen und damit mit einem greifbaren Endstadium der Ernährungsstörungen zu thun bekommt oder nicht, das hängt hauptsächlich von der Resistenzfähigkeit der Muskelsubstanz und von ihrer Neigung ab, chemische Umwandlungen in längerer oder kürzerer Zeit durchzumachen. Wenn also bei Vögeln innerhalb derselben Zeit und unter den gleichen Bedingungen hochgradige Verfettungen eintreten, während bei Hunden sich gerade die ersten Anfänge einer fettigen Entartung zeigen, so wird man annehmen müssen, dass die Herzmuskelfasern bei Vögeln eine geringere Resistenz besitzen und schneller chemische Umwandlungen durchmachen, als dies bei Hunden der Fall ist. Diese Ansicht wird durch eine vergleichend mikroskopische Untersuchung des Herzmuskels bei beiden Thieren wesentlich gestützt.

Jedem, welcher die Muskulatur des Herzens bei Vögeln untersucht, muss es auffallen, aus wie gebrechlichen und zarten Elementen dieselbe aufgebaut ist. Es gehört keine geringe Vorsicht dazu, wenn man sie auch durch indifferente Reagentien in ihrer Struktur nicht beschädigen will. Im Gegensatz dazu zeichnen sich die Muskelfasern des Hundeherzens durch grosse, ich möchte fast hinzusetzen auffällig grosse Solidität und Resistenzfähigkeit aus. Man darf es sich schon erlauben, sie unter Umständen in derber Weise zu traktiren, ohne dass man zu befürchten hat, ihr Aussehen wesentlich zu verändern. Auf jeden Fall würde es nach diesen Erfahrungen irrthümlich sein, wenn man die Annahme machen wollte, dass die Muskeln des Herzens bei allen Thieren aus derselben chemischen Substanz aufgebaut seien und demnach auf denselben Reiz in ein und derselben Weise morphologisch reagiren müssten.

Aus dem Gesagten ergiebt sich, dass die trophischen Beziehungen des Vagus dem Herzmuskel gegenüber unter Umständen vollkommen latent bleiben könnten, so überaus wichtig sie auch für die Funktion des Herzens und damit für das Bestehen des Lebens sind, und zu gleicher Zeit erkennt man leicht, wie vortheilhaft es gewesen ist, wenn man bei der ganzen Untersuchung den Weg der vergleichend physiologischen

Forschung einzuschlagen sich bemüht hat. Nur durch diese Methode ist es gelungen, die Raisonnements, welche im Vorhergehenden niedergelegt sind, dem Bereiche einfacher Hypothese und haltloser Spekulation zu entziehen, und sie mit der Sicherheit wahrscheinlich zu machen oder zu beweisen, welche das Experiment am Thierkörper zu gewähren im Stande ist.

IV.

Schluss.

Wenn dem Vagus bei den Vogel- und Säugethierarten, an denen die in den vorhergehenden Abschnitten niedergelegten Beobachtungen angestellt sind, die lebenswichtige Aufgabe zufällt, die normale Ernährung des Herzmuskels durch bestimmte, rein throphische Nervenfasern zu reguliren, so liegt es sehr nahe, dieses Gesetz auf alle Warmblüter auszudehnen.

Bei Kaltblütern liegen die Dinge wesentlich anders. Durch Untersuchungen, welche Bidder[19] mitgetheilt hat, ist es bekannt geworden, dass beispielsweise Frösche die doppeltseitige Vagusdurchschneidung vortrefflich überstehen. Bidder erhielt die Thiere Monate lang am Leben und konnte die degenerirten Nervenfasern bis in den Herzmuskel hinein verfolgen. Zu morphologischen Veränderungen scheint es dabei an den Muskelfasern des Herzens nicht gekommen zu sein, wenn man das daraus schliessen darf, dass sie Bidder nicht erwähnt hat.

Wenn sich das Gesetz von der trophischen Funktion des Vagus bei allen Warmblütern bewährt, so tritt gerade an den experimentellen Pathologen die Frage heran, inwieweit dasselbe beim Menschen Geltung hat. Ich wage hierüber begreiflicherweise für's Erste keine Vermuthungen aufzustellen. Interessant ist es, dass die neuere klinische Forschung immer mehr danach

[19] F. Bidder, Die Endigungsweise der Herzzweige des N. vagus beim Frosch. Archiv von Reichert u. Du Bois-Reymond. Jahrg. 1868. p. 1—50.

hindrängt, der Funktion des Herzens bei den Krankheiten mannigfachster Art eine ernstere und bedeutungsvollere Rolle zuzuertheilen, als das früher der Fall gewesen ist. Jedenfalls würde der Verfasser die völlige Befriedigung an seinen (vielleicht nicht ganz mühelosen) Untersuchungen finden, wenn die Zukunft lehren sollte, dass dieselben auch für die Pathologie des Menschen nicht unfruchtbar ausgefallen sind.

Alle Beobachtungen wurden von mir in dem vorzüglich ausgestatteten pharmakologischen Institut des Herrn Professors Marmé angestellt. Für die vielfachen Unterstützungen bei Ausführung der Experimente bin ich demselben zu aufrichtigem und freundschaftlichem Dank verpflichtet.

Göttingen, den 11. August 1878.

Erklärung der Abbildungen.

Die Zeichnungen sind sämmtlich nach Osmiumpräparaten und bei einer 275fachen Vergrösserung angefertigt.

Fig. I. Eine Partie aus dem fettig entarteten Herzmuskel einer Dohle. Tod am 5. Tage.

„ II. Verfettete Muskelfasern aus dem Herzen einer Taube.
a. Ein Theil der Muskelfaser noch deutlich quergestreift, während ein Ast stark verfettet ist.
b. Verfettete Muskelfaser, in welcher die Fettkörnchen in deutlichen Längsreihen stehen.
c. Nur theilweise verfettete Muskelfaser.

„ III. Feinkörnig verfettete Muskelfasern aus dem Herzen einer Taube. Tod nach alleiniger rechtsseitiger Vagusdurchschneidung.

„ IV. Muskelfasern aus dem Herzen eines Kaninchens. Die Lungen waren bei diesem Thier vollständig intakt.

Gedruckt bei L. Schumacher in Berlin.

Fig. 1.

Fig. 3.

Fig. 2.

Fig. 4.

Peters & Eichhorst ad nat. delin.

W. Grohmann sc.

Verlag von **August Hirschwald** in Berlin.

Vorlesungen
über
allgemeine Pathologie.
Ein Handbuch
für
Aerzte und Studirende
von Prof. Dr. **Julius Cohnheim.**
I. Band. gr. 8. 1877. Preis: 17 M.

Lehrbuch
der
Nervenkrankheiten
von
Prof. Dr. **Albert Eulenburg,**
Zweite völlig umgearbeitete und erweiterte Auflage.
Zwei Bände. gr. 8. 1878. Preis: 27 M.

Topographische
Anatomie des Menschen
in Abbildung und Beschreibung
von
Dr. Wilh. Henke,
Professor der Anatomie an der Universität Tübingen.
Atlas
Erste Hälfte: Vom Kopf bis zum Zwerchfell.
38 lithogr. Tafeln in Folio. 1878. 20 M.

Studien
über den
Nervus vagus.
Ein Beitrag zur Lehre von den automatischen Nervencentren und den Hemmungsnerven
von
Dr. Ottomar Rosenbach.
gr. 8. 1877. Preis: 4 M.

Gesammelte Beiträge
zur
Pathologie und Physiologie
von
Dr. **L. Traube,**
weil. Geh. Med.-Rath, Professor etc. in Berlin.
Dritter Band.
Herausgegeben von Dr. **A. Fränkel.**
gr. 8. 1878. Preis: 16 M.

Gedruckt bei L. Schumacher in Berlin.

COLUMBIA UNIVERSITY LIBRARIES

This book is due on the date indicated below, or at the expiration of a definite period after the date of borrowing, as provided by the rules of the Library or by special arrangement with the Librarian in charge.

DATE BORROWED	DATE DUE	DATE BORROWED	DATE DUE
C28(1141)M100			

QP111 Ei2
Eichhorst
QP 111 E1 2